

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 22 » декабря 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Программные комплексы инженерного анализа механических систем

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

(код и наименование направления)

Направленность: Конструкционные наноматериалы

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является ознакомление студентов с основами работы в современных пакетах прикладных программ для инженерных расчетов.

Задачи дисциплины:

- Овладение основными приемами создания геометрической модели поставленной задачи;
- Получение навыков построения конечно-элементной сетки и управления вычислительным процессом;
- Изучение основных методов и принципов обработки результатов расчета;
- Овладение встроенным языком программирования APDL.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Методы построения трехмерных твердотельных аналогов виртуальных объектов;
- Программный пакет ANSYS Mechanical APDL.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знать классификацию и свойства элементов твердотельных моделей в системах конечно-элементного анализа.	Знает основные методы исследования свойств материалов и процессов их обработки и переработки, методы анализа, систематизации, представления и обобщения данных путем применения комплекса методов при решении конкретных задач, возможности инженерных программных комплексов в области оценки состояния технических объектов;	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Уметь создавать и регулировать пара-метры дискретного аналога в ANSYS Mechanical APDL, осуществлять нагружение рассматриваемого объекта, проводить расчет с применением встроенных численных алгоритмов и анализировать его результаты.	Умеет использовать методы моделирования и разработки технологических процессов формирования неоднородных наноструктурированных материалов, реализовывать алгоритмы пакетов прикладных вычислительных программах;	Защита лабораторной работы
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеть практическими приемами приемами математического и компьютерного моделирования виртуальных визуальных аналогов реальных технических объектов.	Владеет навыками использования методов синтеза структуры, численного моделирования, механического поведения и прогнозирования эффективных свойств конструкционных материалов;	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	88	88	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	48	48	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	92	92	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Обзор возможностей программы. Начало работы в пакете ANSYS.	4	0	0	13
Интерфейс пользователя: методы ввода инструкций. Меню утилит. Главное меню. Окно ввода. Графическое окно. Линейка инструментов. Панель диалога. Возможности модуля Power Graphics. База данных. Основные процессоры ANSYS. Семейство ANSYS-программ: Многоцелевая программа ANSYS/Multiphysics. ANSYS/ Mechanical, ANSYS/ Structural, ANSYS/PrepPost, ANSYS/FLOTRAN, ANSYS/Emag, ANSYS/LS-DYNA. Препроцессорная подготовка: твердотельное моделирование, непосредственное создание модели. Основные графические примитивы. Построение сетки: использование экструзии, создание упорядоченной сетки, создание произвольной сетки, адаптивное разбиение. Получение решения (SOLVING): задание вида анализа и его опций, нагрузок и шага решения, запуск на счет. Методы решения уравнений: фронтальный решатель, PowerSolver, метод сопряженных градиентов Якоби, Холецкого. Постпроцессорная обработка: постпроцессор общего назначения, постпроцессор истории нагружения. Состав программной группы и функции рабочих файлов. Предварительная настройка параметров среды с помощью INTERACTIVE. Основные группы и типы файлов. Команды ввода-вывода.				
Моделирование и решение задач. Твердотельное моделирование.	6	6	0	18
Этапы создания модели. Системы координат: глобальная, локальные, активная, СК рабочего поля, дисплейная, постпроцессорная. Системы координат узлов и элементов. Создание и изменение вспомогательных СК. Настройка, изменение положения и ориентации рабочего поля. Построение геометрии методом «снизу-вверх». Иерархия геометрических объектов. Основные команды создания, удаления и модификации ключевых точек, линий, областей, объемов. Булевы операции: объединение, исключение, разделение над геометрическими объектами.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Построение конечно-элементной сетки.	7	15	0	28
Атрибуты элементов: тип, материал, геометрические характеристики, система координат. Назначение и изменение атрибутов. Установка параметров сетки: форма элементов, выбор размера, параметры автоматического сгущения. Команды нанесения плоской и объемных сеток, проверки качества и модификации. Терминология, выбор и выделение, основные виды выделения и группировки. Создание компонентов (Components) и сборок (Assemblies).				
Приложение внешних нагрузок.	4	9	0	12
Терминология для различных типов анализа. Типы нагружения: ограниченные степени свободы, сосредоточенные силы, поверхностные и объемные нагрузки, инерционные нагрузки, связанное нагружение. Способы приложения. Понятие о шагах нагружения (Load Steps). Команды генерирования и модификации граничных условий. Особенности приложения распределенных усилий, не нормальных к поверхности. Специальные поверхностные элементы. Зависимость от координат и номеров узлов. Связанные нагрузки. Обмен данными между различными типами анализа.				
Настройка вычислительного процесса. Расчет.	5	6	0	9
Параметры шагов нагружения: основные опции, некоторые настройки динамического и нелинейного анализов. Регулирование параметров выходных данных. Типы решателей. Методы управления многошаговым процессом: создание файлов шагов нагружения, метод таблиц. Возобновление прерванных вычислений.				
Постпроцессорная обработка результатов. Основы программирования на APDL. Некоторые виды нелинейного анализа.	10	12	0	12
Главный постпроцессор. Загрузка выходных данных и команды доступа к ним. Элементные таблицы: активизация, математические операции, преобразование в массив, удаление. Использование "вариантов нагружения". Операции над данными по пути слежения. Основные команды графического отображения результатов. Постпроцессор времени-истории нагружения. Загрузка выходных данных и команды доступа к ним. Таблицы данных по времени: активизация, математические операции, преобразование в массив, удаление. Типы переменных. Обработка массивов. Присваивание, команда *GET.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Операторы цикла, условный оператор, безусловный переход. Ввод-вывод в текстовые файлы. Контактные термоупругие задачи. Би- и мультилинейная пластичность. Вязкоупругость. Ползучесть.				
ИТОГО по 7-му семестру	36	48	0	92
ИТОГО по дисциплине	36	48	0	92

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Упругое деформирование уголкового кронштейна.
2	Задача о НДС тоннеля.
3	Применение Р-элементов для расчета пластины с отверстием.
4	Расчет строительных элементов.
5	Течение жидкости в сужающемся канале.
6	Обтекание воздухом крыла самолета.
7	Оценка прочности объемного костного протеза.
8	Построение геометрии и статический расчет динамика.
9	Нестационарная теплопроводность при остывании слитка.
10	Совместная термоупругая задача остывания слитка.
11	Расчет НДС шкива ременной передачи.
12	Нелинейное деформирование упругой оболочки.
13	Вычисление эффективных параметров волокнистого композита.
14	Применение балочных элементов для расчета ферм.
15	Определение собственных форм и частот ферм.
16	Контактные напряжения в болтовом соединении.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие / А. Г. Котов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	124
2	Чигарев А. В. ANSYS для инженеров : справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - Москва: Машиностроение, 2004.	44
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера : практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Москва: УРСС, 2004.	26

2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач с использованием пакета программ ANSYS : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	21
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие / А. Г. Котов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2826	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Чигарев А. В. ANSYS для инженеров : справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - Москва: Машиностроение, 2004.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2374	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 444632 ЦВБС)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер	12
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
